



(11)

EP 4 083 501 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
02.11.2022 Patentblatt 2022/44

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F22B 1/00 (2006.01) **F22G 5/12** (2006.01)
F23C 6/04 (2006.01) **F23D 14/32** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **21171394.6**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F23D 14/32; F22B 1/003; F22G 5/123; F23C 6/042;
F23C 6/047; F23C 2201/401; F23C 2900/06041;
F23C 2900/9901

(22) Anmeldetag: **30.04.2021**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

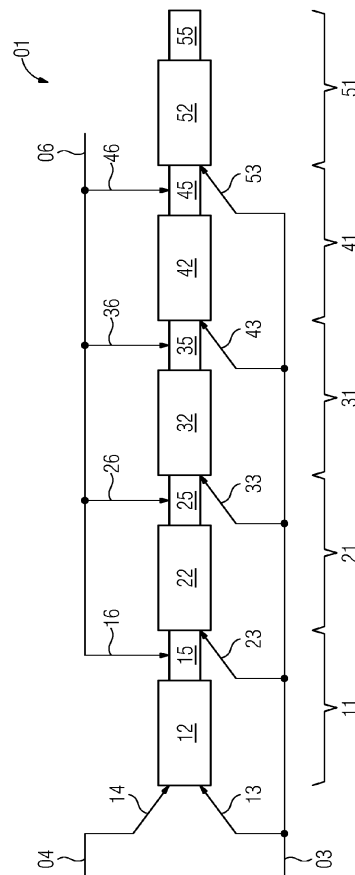
(72) Erfinder:
• **Fiolitakis, Andreas**
Stuttgart (DE)
• **Pries, Michael**
Stuttgart (DE)
• **Ax, Holger**
Stuttgart (DE)
• **Burgard, Tobias Florian**
02826 Görlitz (DE)

(71) Anmelder: **Siemens Energy Global GmbH & Co.**
KG
81739 München (DE)

(54) **VERBRENNUNGSEINRICHTUNG ZUR VERBRENNUNG VON WASSERSTOFF UND VERFAHREN ZUR DURCHFÜHRUNG DER VERBRENNUNG**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Verbrennungseinrichtung zur Verbrennung von Wasserstoff und Sauerstoff.

Die Verbrennungseinrichtung umfassend dabei mehrere in Reihe angeordnete Reaktionsabschnitte (11, 21, 31, 41, 51) die jeweils einen Verbrennungsraum (12, 22, 32, 42, 52) und einen Übergangsabschnitt (15, 25, 35, 45, 55) aufweisen. Dabei ist vorgesehen, dass außer im letzten Verbrennungsraum (52) jeweils einer der beiden Reaktionspartner im Überschuss vorahnden ist, so dass eine unvollständige Verbrennung erfolgt. Eine jeweils zwischengeschaltete Einspritzung von flüssigem Wasser oder kaltem Dampf gewährleistet eine hinreichend kalte Ausgangstemperatur für den nachfolgenden Verbrennungsprozess.



EP 4 083 501 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Verbrennungseinrichtung sowie ein Verfahren zur Verbrennung von Wasserstoff mit Sauerstoff. Derartige Verbrennungseinrichtungen werden unter anderem bei Kraftwerken eingesetzt, bei denen mittels Dampfturbinen Generatoren zur Stromerzeugung angetrieben werden. Hierbei wird mit der Verbrennungseinrichtung eine Dampfkapazität bereitgestellt. Insbesondere wird durch die Möglichkeit einer effizienten Nutzung von Wasserstoff die Nachhaltigkeit bei der Energieerzeugung verbessert.

[0002] Hierzu offenbart beispielsweise die EP0452839B1 eine typische Verbrennungseinrichtung, welche zunächst die Form eines Zylinders aufweist. Dabei wird am stromauf-seitigen Ende Wasserstoff und Sauerstoff zugeführt, welcher im Verbrennungsraum der Verbrennungseinrichtung verbrennt. Der entstehende Dampf wird stromab-seitig abgeführt und steht somit beispielsweise der Dampfturbine zur Verfügung.

[0003] Ein bekanntes Problem bei der Verbrennung von Wasserstoff mit Sauerstoff sind die extrem hohen Verbrennungstemperaturen. Dieses führt ohne geeignete Gegenmaßnahmen zur umgehenden Schädigung der Verbrennungseinrichtung. Unter anderem werden die bekannten Ausführungen nahezu ausschließlich zur kurzfristigen Überbrückung bei geforderten Leistungsspitzen oder bei einer unzureichenden anfänglichen Versorgung mit Dampf eingesetzt.

[0004] Um eine hinreichende Lebensdauer der Verbrennungseinrichtung zu gewährleisten wird in der Regel vorgeschlagen, die Wandung der Verbrennungseinrichtung besonders zu kühlen. Bei der oben genannten Ausführung wird hierzu ein doppelwandiger Zylinder eingesetzt, wobei auf der Innenseite ein Rohrbündel angeordnet ist. Speisewasser wird hierbei durch das Rohrbündel geleitet und nach einer Umlenkung durch den doppelwandigen Zylinder in den Verbrennungsraum eingedüst.

[0005] Nachteilig bei dieser Ausführung ist, dass das Speisewasser unmittelbar in die Verbrennungszone eingedüst wird. Dieses führt zu einer gewissen Unwägbarkeit, ob eine vollständige Verbrennung des Wasserstoffs erfolgt, ohne dass es einer überschüssigen Zufuhr von Sauerstoff bedarf. Weiterhin führt diese Ausführung zu einer kritischen Prozessführung dahingehend, dass bereits bei einer kurzfristigen Mangelversorgung des Speisewassers eine Schädigung der Verbrennungseinrichtung zu erwarten ist.

[0006] Aus der DE112018000670T5 ist eine Ausführung einer Verbrennungseinrichtung bekannt, bei dem einem Brenner Sauerstoff und Wasserstoff zugeführt wird. Hierbei ist der Brenner in einem Strömungskanal derart angeordnet, dass der durch die Verbrennung entstehende heiße Dampf mittig den Strömungskanal durchströmt. Um nun einen vorteilhaften Schutz der Verbrennungseinrichtung zu erreichen, wird dem Strömungskanal kalter Dampf zugeführt. Ähnlich wie bei einer Strömungspumpe wird dabei der kalte Dampf vom

heißem, durch die Verbrennung entstehenden Dampf mitgerissen. Somit umgibt der kalte Dampf den heißen Dampf, wobei mit zunehmender Strecke sich der kalte Dampf mit dem heißen Dampf vermischt und sich eine mittlere, für die eingesetzten Materialien unkritische Temperatur einstellt.

[0007] Nachteilig bei dieser Ausführung ist, dass aufgrund des Effekts der Strahlpumpe eine sehr große Menge an kaltem Dampf im Verhältnis zum erzeugten heißen Dampf erforderlich ist. Weiterhin ist in dieser Ausführung eine optimale Verfahrensführung schwierig einstellbar, da der Verbrennungsprozess und der Zustand des Brenners im Grunde nur theoretisch ermittelt werden kann.

[0008] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist daher eine Verbrennung von Wasserstoff mit Sauerstoff zu ermöglichen, bei der eine vorteilhafte kontrollierte Verfahrensführung möglich ist und bei der eine hohe Lebensdauer der Verbrennungseinrichtung gewährleistet werden kann.

[0009] Die gestellte Aufgabe wird durch eine Verbrennungseinrichtung nach der Lehre des Anspruchs 1 gelöst. Eine Energieerzeugungseinrichtung ist im Anspruch 4 angegeben. Ein Verfahren zur Lösung der Aufgabe ist im Anspruch 5 angegeben. Vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0010] Im Gegensatz zu den bekannten Konzepten zur Verbrennung von Wasserstoff beruht das neue erfindungsgemäße Konzept auf der gestuften Verbrennung, wobei bis auf die letzte Stufe einer der beiden Reaktionspartner im überschüssigen Maße vorhanden ist.

[0011] Hierzu ist es erforderlich, dass die Verbrennungseinrichtung zur Verbrennung der beiden Reaktionspartner Wasserstoff und Sauerstoff mehrere Reaktionsabschnitte aufweist. Jeder Reaktionsabschnitt umfasst hierbei einen Verbrennungsraum und einen sich daran anschließenden Übergangsabschnitt.

[0012] Um eine Verbrennung zu ermöglichen ist zunächst eine erste Versorgungseinrichtung erforderlich, von der der erste Reaktionspartner zugeführt werden kann.

[0013] Weiterhin bedarf es einer zweiten Versorgungseinrichtung, von der der zweite Reaktionspartner zugeführt werden kann.

[0014] Ist der erste Reaktionspartner Wasserstoff so wird von der zweiten Versorgungseinrichtung Sauerstoff zugeführt und umgekehrt ist der erste Reaktionspartner Sauerstoff so wird von der zweiten Versorgungseinrichtung Wasserstoff zugeführt.

[0015] Um eine unerlässliche Kühlung zu ermöglichen ist eine Wasserversorgung vorgesehen, von der ein Kühlmedium zur Verfügung gestellt werden kann. Hierbei kann vorgesehen sein, das flüssiges Wasser oder kalter Dampf geliefert wird. Ebenso ist es möglich, dass von der Wasserversorgung getrennt flüssiges Wasser und kalter Dampf oder ein Gemisch aus flüssigem Wasser und kaltem Dampf zur Verfügung gestellt wird.

[0016] Der erste Reaktionsabschnitt mit dem ersten Verbrennungsraum weist zumindest eine auf der strom-

aufwärtigen Seite angeordnete Einspritzdüse auf. Durch die Einspritzdüse wird im Betrieb der Verbrennungseinrichtung der erste Reaktionspartner, d.h. Wasserstoff oder Sauerstoff, in den ersten Verbrennungsraum eingebracht. Naheliegend ist eine Verbindung von der ersten Versorgungseinrichtung zur Einspritzdüse erforderlich.

[0017] Weiterhin weist der erste Verbrennungsraum auf der stromaufwärtigen Seite zumindest eine Einspritzungsöffnung auf, durch die der zweite Reaktionspartner, d.h. Sauerstoff oder Wasserstoff, in den ersten Verbrennungsraum eingebracht wird. Naheliegend bedarf es hierzu einer Verbindung von der zweiten Versorgungseinrichtung zur Einspritzöffnung.

[0018] Weiterhin ist vorgesehen, dass während oder im Anschluss an die erste Verbrennung ein Kühlmedium zugeführt wird. Hierzu befindet sich am ersten Verbrennungsraum und/oder am ersten Übergangsabschnitt zumindest ein erster Wassereinlass, über den das entsprechende Kühlmedium zugeführt werden kann.

[0019] Weiterhin erforderlich ist ein zweiter Reaktionsabschnitt mit einem zweiten Verbrennungsraum, welcher sich an den ersten Übergangsabschnitt anschließt. Gleichfalls ist auf der stromaufwärtigen Seite des zweiten Verbrennungsraums zumindest eine zweite Einspritzöffnung zur erneuten Zufuhr des zweiten Reaktionspartners vorhanden. Naheliegend bedarf es gleichfalls einer Verbindung von der zweiten Versorgungseinrichtung zu dieser Einspritzöffnung.

[0020] Stromab des zweiten Verbrennungsraums befindet sich der zweite Übergangsabschnitt des zweiten Reaktionsabschnitts. Wiederum ist vorgesehen, dass am zweiten Verbrennungsraum und/oder am zweiten Übergangsabschnitt zumindest ein Wassereinlass vorhanden ist, durch den wiederum ein Kühlmedium zugeführt werden kann.

[0021] Weiterhin ist zumindest ein dritter Reaktionsabschnitt mit einem dritten Verbrennungsraum erforderlich. Dieser schließt sich analog an den zweiten Übergangsabschnitt an. Gleichfalls ist auf der stromaufwärtigen Seite des dritten Verbrennungsraums zumindest eine Einspritzöffnung zur wiederholten Zufuhr des zweiten Reaktionspartners vorhanden.

[0022] Stromab des dritten Verbrennungsraums befindet sich analog der dritte Übergangsabschnitt des dritten Reaktionsabschnitts. Wiederum ist vorgesehen, dass am dritten Verbrennungsraum oder am dritten Übergangsabschnitt zumindest ein Wassereinlass vorhanden ist, durch den wiederum ein Kühlmedium zugeführt werden kann.

[0023] Zur Verbrennung von Wasserstoff in der Verbrennungseinrichtung ist vorgesehen, dass einer der beiden Reaktionspartner, durch die zumindest eine Einspritzdüse und der andere Reaktionspartner durch die Einspritzöffnungen in die Verbrennungsräume der gestuften Reaktionsabschnitte eingebracht werden. Wesentlich hierbei ist es, dass der erste Reaktionspartner außer bei der abschließenden Verbrennung im letzten

Verbrennungsraum immer im überschüssigen Maße vorhanden ist. D.h. es wird bewusst eine von der stöchiometrischen Menge abweichende größere Menge des ersten Reaktionspartners zugeführt.

[0024] Entsprechend wird in den ersten Verbrennungsraum durch die Einspritzöffnung der zweite Reaktionspartner und durch die Einspritzdüse zumindest die 1,5-fache der für eine stöchiometrische Verbrennung erforderliche Menge eingebracht. D.h. im Gegensatz zum ersten Reaktionspartner wird vom zweiten Reaktionspartner nur ein für eine vollständige Verbrennung unzureichender Anteil in den ersten Verbrennungsraum eingebracht.

[0025] Entsprechend der eigentlichen Zweckbestimmung, d.h. der Erzeugung von heißem Dampf, erfolgt im ersten Verbrennungsraum eine Verbrennung von Wasserstoff mit Sauerstoff, wobei folglich heißer Dampf gebildet wird. Gegenüber üblichen Verfahren findet jedoch im ersten Reaktionsabschnitt nur eine anteilige Verbrennung des ersten Reaktionspartners statt. Aufgrund des ungleichen Verhältnisses bleibt hierbei zwangsläufig ein Anteil des ersten Reaktionspartners übrig.

[0026] Um bei einer erneuten Verbrennung im nachfolgenden Reaktionsabschnitt eine sukzessive Steigerung der Temperatur zu vermeiden, wird im ersten Reaktionsabschnitt wahlweise in den Verbrennungsraum oder den sich anschließenden Übergangsabschnitt oder sowohl in den Verbrennungsraum als auch in den Übergangsabschnitt das Kühlmedium durch den zumindest einen Wassereinlass zugeführt. Beim Kühlmedium kann es sich hierbei um flüssiges Wasser oder kaltem Dampf handeln. Ebenso kann vorgesehen sein, dass zugleich flüssiges Wasser und kalter Dampf über eine oder getrennte Wasseröffnungen zugeführt werden.

[0027] Durch die Mischung des heißen durch die Verbrennung gebildeten Dampf und dem Kühlmedium entsteht ein Dampf mittlerer Temperatur. Somit verlässt am Ausgang des ersten Übergangsabschnitts ein Gemisch aus Dampf mittlerer Temperatur und dem verbleibenden unverbrannten Anteil des ersten Reaktionspartners den ersten Übergangsabschnitt.

[0028] Handelt es sich beim ersten Reaktionspartner, welcher zu Beginn überschüssig zugeführt wird, um Wasserstoff so bildet Sauerstoff den zweiten Reaktionspartner. Folglich besteht das Gemisch am Ausgang des Übergangsabschnitts aus Dampf und Wasserstoff. Ist hingegen der erste Reaktionspartner Sauerstoff, so ist entsprechend Wasserstoff der zweite Reaktionspartner und somit das Gemisch am Ausgang des Übergangsabschnitts eine Mischung aus Dampf und Sauerstoff.

[0029] Entsprechend dem erfindungsgemäßen Konzept wiederholt sich der Verbrennungsvorgang in den weiteren Reaktionsabschnitten. Hierzu erfolgt jeweils die Zufuhr des zweiten Reaktionspartners in der für die jeweilige Verbrennung vorgesehenen Menge durch die jeweiligen Einspritzöffnungen.

[0030] Ob die Zufuhr des ersten Reaktionspartners erforderlich ist, hängt insbesondere von der aus dem vor-

hergehenden Reaktionsabschnitt verbleibend zugeführten Menge ab. Sofern diese bereits hinreichend ist, erfolgt keine weitere Zufuhr des ersten Reaktionspartners im entsprechenden Reaktionsabschnitt.

[0031] Dabei hängt die jeweilige Zufuhr bzw. deren Notwendigkeit weiterhin davon ab, wie hoch im jeweiligen, aber nicht dem letzten Reaktionsabschnitt der Überschuss des ersten Reaktionspartners sein soll. Zumindest ist, wenn erforderlich, soviel des ersten Reaktionspartners durch zumindest eine entsprechende Einspritzdüse zuzuführen, dass zumindest die 1,5-fache der für eine stöchiometrische Verbrennung erforderliche Menge im jeweiligen (außer dem letzten) Verbrennungsraum vorhanden ist.

[0032] Zu beachten ist, dass im letzten Reaktionsabschnitt eine stöchiometrische Verbrennung anzustreben ist. Insofern ist eine angepasste Zufuhr - sofern erforderlich - des ersten Reaktionspartners in den letzten Verbrennungsraum in angepasster Menge vorzunehmen.

[0033] Durch die jeweils erneute Zufuhr des zweiten Reaktionspartners bei Vorhandensein des ersten Reaktionspartners in den jeweiligen Verbrennungsraum führt bei hinreichenden Randbedingungen naheliegend zu einer erneuten Verbrennung von Wasserstoff mit Sauerstoff und somit zur erneuten Bildung von heißem Dampf.

[0034] Wenngleich bis auf den letzte Verbrennungsvorgang bei jeder erneuten Verbrennung ein Anteil des ersten Reaktionspartners verbleibt (wobei der zweite Reaktionspartner jeweils im Wesentlichen vollständig verbrannt wird) so erhöht sich der Anteil des Dampfes im gebildeten Gemisch am Ausgang des jeweiligen Übergangsabschnitts.

[0035] Unabhängig von der Anzahl der vorhandenen Reaktionsabschnitte ist vorgesehen, dass die Zufuhr der durch die Einspritzdüse zugeführte Menge des ersten Reaktionspartners und die Zufuhr der durch die Einspritzöffnungen zugeführte Menge des zweiten Reaktionspartners in die einzelnen Reaktionsabschnitte der Verbrennungseinrichtung derart bemessen ist, dass bis auf den letzten Reaktionsabschnitt nach jeder Verbrennung in den jeweiligen Verbrennungsräumen ein relevanter Anteil des ersten Reaktionspartners für den jeweils nachfolgenden Reaktionsabschnitt verbleibt.

[0036] Grundgedanke der Erfindung ist die Reduktion der Verbrennungstemperatur durch die reduzierte Zufuhr des zweiten Reaktionspartners und somit einer Änderung des Mischungsverhältnisses abweichend von der Stöchiometrie - abgesehen von der Verbrennung im Verbrennungsraum des letzten Reaktionsabschnitts. D.h. die Verbrennung erfolgt nicht wie bisher stöchiometrisch in einer einzigen Stufe, sondern es wird über zumindest zwei Reaktionsabschnitten hinweg eine nichtstöchiometrische Verbrennung durchgeführt.

[0037] Dabei können die Verbrennungsprozesse in den der letzten Verbrennung vorhergehenden Reaktionsabschnitten entweder mit einem Oxidatorüberschuss (d.h. "mager") oder mit einem Brennstoffüberschuss (d.h. "fett") betrieben werden. In der ersten Alternative ist

naheliegend der erste Reaktionspartner Sauerstoff und der zweite Reaktionspartner Wasserstoff. In der zweiten Alternative ist der erste Reaktionspartner Wasserstoff und der zweite Reaktionspartner Sauerstoff.

[0038] Entsprechend wird in einer ersten vorteilhaften Verfahrensweise Wasserstoff als erster Reaktionspartner gewählt, welcher bis zum letzten Verbrennungsprozess im Überschuss vorhanden ist. Demgegenüber wird jeweils in jeden Verbrennungsraum diejenige für die dort stattfindende Verbrennung vorgesehene Menge an Sauerstoff zugeführt.

[0039] Alternativ wird in einer zweiten vorteilhaften Verfahrensweise Sauerstoff als erster Reaktionspartner gewählt, welcher analog bis zum letzten Verbrennungsprozess im Überschuss vorhanden ist. Hier wird jeweils in jeden Verbrennungsraum diejenige für die dort stattfindende Verbrennung vorgesehene Menge an Wasserstoff zugeführt.

[0040] Regelmäßig wurde bisher immer unmittelbar eine stöchiometrische Verbrennung angestrebt. Zur Verhinderung einer thermischen Schädigung der Verbrennungseinrichtung war hierzu eine erhebliche Kühlung notwendig.

[0041] Demgegenüber wird durch die erfindungsgemäße Verbrennungseinrichtung mit einer mehrstufigen Teilverbrennung sowohl eine Beschränkung der bei der Verbrennung entstehenden Temperaturen erreicht als auch eine optimale Steuerung der Verbrennung ohne einen erheblichen Bedarf an einem Kühlmedium ermöglicht, so dass im Ergebnis eine besonders vorteilhafte Verbrennung von Wasserstoff erfolgt.

[0042] Dabei ist es unvermindert das Ziel, dass im letzten Reaktionsabschnitt eine vollständige Verbrennung des Wasserstoffs bei stöchiometrischer Verbrennung erfolgt.

[0043] Mit der über die mehreren Reaktionsabschnitte hinweg erfolgenden Verbrennung von Wasserstoff und Sauerstoff zu Dampf sowie der Zufuhr eines Kühlmediums und somit der weiteren Zufuhr oder Bildung von Dampf nimmt naheliegend in jedem weiteren Verbrennungsraum der Anteil des zu verbrennenden Wasserstoffs und Sauerstoffs an der Gesamtmenge (mit dem Dampf und dem überschüssigen Anteil des ersten Reaktionspartners) sukzessive ab.

[0044] Dabei ist es vorteilhaft, wenn der überschüssige Anteil des ersten Reaktionspartners am Anfang des Prozesses größer ist und über die Reaktionsabschnitte hinweg sukzessive abnimmt.

[0045] Entsprechend ist es vorteilhaft, wenn die Zufuhr des ersten Reaktionspartners und die Zufuhr des zweiten Reaktionspartners in den ersten Verbrennungsraum derart eingestellt wird, dass im Verbrennungsraum zumindest die 3-fache Menge des ersten Reaktionspartners vorhanden ist, welche für eine stöchiometrische Verbrennung notwendig ist.

[0046] Im Weiteren ist es vorteilhaft, wenn auch im zweiten Reaktionsabschnitt ein höherer Anteil des ersten Reaktionspartners vorhanden ist. Der zweite Reaktions-

partners und sofern erforderlich der erste Reaktionspartner ist hierbei in derjenigen Menge zuzuführen, dass im Verbrennungsraum zumindest die 2-fache Menge des ersten Reaktionspartners, der für ein stöchiometrisches Verhältnis notwendigen Menge vorhanden ist.

[0047] Darüber hinaus ist es besonders vorteilhaft, wenn der für die gesamte Verbrennung, über die mehreren Stufen erforderliche erste Reaktionspartner vollständig durch die zumindest eine Einspritzdüse in den ersten Verbrennungsraum zugeführt wird. Hierdurch wird ansatzweise das sich ändernde Mischungsverhältnis mit dem zunehmenden Dampf durch den abnehmenden Überschuss des ersten Reaktionspartners ausgeglichen.

[0048] Weiterhin zu berücksichtigen, dass, unabhängig von der Anzahl der vorhandenen Reaktionsabschnitte, die gesamte der Verbrennungseinrichtung durch die Einspritzdüse zugeführte Menge des ersten Reaktionspartners und die gesamte der Verbrennungseinrichtung durch die Einspritzöffnungen zugeführte Menge des zweiten Reaktionspartners derart bemessen ist, dass nach Möglichkeit im letzten Verbrennungsraum eine stöchiometrische Verbrennung erfolgt. In besonders vorteilhafter Weise wird mit der Verbrennung im letzten Reaktionsabschnitt ein vollständiger Verbrauch beider Reaktionspartner erreicht. In diesem Fall verlässt ausschließlich Dampf die Verbrennungseinrichtung.

[0049] Wenngleich es nahezu unvermeidlich ist, dass ein minimaler Rest zumindest eines Reaktionspartners am Ausgang des letzten Übergangsabschnitts verbleibt, so wird dieser Rest minimiert, wenn vorteilhaft die Zufuhr des ersten Reaktionspartners und/oder des zweiten Reaktionspartners in den letzten Verbrennungsraum in derjenigen Menge vorgenommen wird, sodass der erste Reaktionspartner und/oder der zweite Reaktionspartner in zumindest der 0,9-fachen der für eine stöchiometrische Verbrennung erforderliche Menge im letzten Verbrennungsraum vorhanden ist.

[0050] Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn zumindest die der 0,95-fache der für eine stöchiometrische Verbrennung erforderliche Menge des ersten Reaktionspartners oder des zweite Reaktionspartners vorhanden ist. Besonders vorteilhaft ist es, wenn dieses für beide Reaktionspartner gilt.

[0051] Es kann aber auch vorgesehen sein, dass verhindert werden soll, dass ein bestimmter Reaktionspartner am letzten Übergangsabschnitt noch vorhanden ist. In diesem Fall ist zu bevorzugen, wenn die Menge des anderen Reaktionspartners zulässig anteilig verbleibenden Reaktionspartners für den letzten Verbrennungsprozess in einer Menge vorhanden ist, welche zumindest der 1,01-fachen Menge, der bei stöchiometrischer Verbrennung notwendigen Menge entspricht. Besonders bevorzugt liegt hierbei der zulässig verbleibende Reaktionspartner in einer 1,02-fachen der für die Verbrennung notwendigen Menge im letzten Verbrennungsraum vor. Dabei sollte jedoch auch hier der Anteil nicht über das notwendige Maß hinaus erhöht werden.

[0052] Um zu verhindern, dass die Temperatur im Verbrennungsprozess über die mehreren Stufen sukzessive ansteigt, werden zu den einzelnen Verbrennungen jeweils Kühlvorgänge geschaltet, in denen flüssiges Wasser und/oder kalter Dampf als Kühlmedium hinzuge-mischt wird. Hierbei ist anzumerken, dass das Kühlmedium unterschiedlich, d.h. flüssiges Wasser oder kalter Dampf oder ebenso flüssiges Wasser zusammen mit kaltem Dampf, sowohl für die verschiedenen Reaktionsabschnitte als auch beim jeweiligen Reaktionsabschnitt gewählt werden kann.

[0053] Um eine unnötige Beeinflussung der jeweiligen Verbrennung zu vermeiden ist es besonders vorteilhaft, wenn die Zufuhr des Kühlmediums in den jeweiligen Übergangsabschnitten erfolgt. Weiterer Vorteil ist einerseits, dass die Verbrennung im Verbrennungsraum besser gesteuert werden kann, und andererseits wird hierdurch die Temperaturführung, insbesondere die Einstellung einer gewünschten Ausgangstemperatur am Ausgang des jeweiligen Reaktionsabschnitts, durch die entsprechende Bemessung der Kühlmittelmenge vereinfacht. Folglich ist der zumindest eine erste Wassereinlass am ersten Übergangsabschnitt, der zumindest eine zweite Wassereinlass am zweiten Übergangsabschnitt und der zumindest eine dritte Wassereinlass am dritten Übergangsabschnitt angeordnet.

[0054] Die Begrenzung der Verbrennungstemperaturen und die Steuerung der Verbrennungseinrichtung wird verbessert, wenn nachfolgend dem dritten Reaktionsabschnitt ein weiterer vierter Reaktionsabschnitt angeordnet wird. Dieser weist gleichfalls einen sich an den dritten Übergangsabschnitt anschließenden vierten Verbrennungsraum mit einer vierten Einspritzöffnung sowie einem sich an den vierten Verbrennungsraum anschließenden vierten Übergangsabschnitt auf.

[0055] Denkbar ist es ebenso einen weiteren fünften Reaktionsabschnitt vorzusehen, wobei die genaue Anzahl an Reaktionsabschnitten vom Bedarf an Dampf und der gewählten Bauweise des Verbrennungsraums und des Übergangsabschnitts abhängig ist.

[0056] Beispielsweise könnte bei einer höheren zulässigen Bauteiltemperatur (und höheren zulässigen Temperaturgradienten) eine höhere Verbrennungstemperatur gewählt werden, so dass in jeder Stufe ein höherer Anteil verbrannt werden kann. Umgekehrt führt eine geringe zulässige Bauteiltemperatur zur Forderung nach einer geringen Verbrennungstemperatur im jeweiligen Verbrennungsraum. Folglich dürften umso weniger Stufen erforderlich sein, je höher die zulässigen Temperaturen sind. Bei geringerer Temperaturbeständigkeit der Bauteile kann eine höhere Anzahl an Reaktionsabschnitten sinnvoll sein.

[0057] Sofern zumindest ein weiterer Reaktionsabschnitt mit einem weiteren Verbrennungsraum vorhanden ist, so ist die Zufuhr des ersten Reaktionspartners durch die zumindest eine Einspritzdüse und die Zufuhr des zweiten Reaktionspartners durch die Einspritzöffnungen in die einzelnen Verbrennungsräume der Reak-

tionsabschnitte derart zu bemessen, dass bis auf den letzten Verbrennungsprozess nach jeder Verbrennung im jeweiligen Reaktionsabschnitt ein verbleibender Anteil des ersten Reaktionspartners für den zumindest einen nachfolgenden Reaktionsabschnitt vorhanden ist.

[0058] Sofern fünf oder mehr Reaktionsabschnitte vorhanden sind, so ist vorteilhafterweise zumindest bis auf den letzten Reaktionsabschnitt an jedem Übergangsabschnitt ein jeweiliger Wassereinlass zur weiteren Zufuhr eines Kühlmittels vorhanden. Wenngleich dies nicht zwingend erscheint kann gleichfalls am Übergangsabschnitt des letzten Reaktionsabschnitts ein Wassereinlass vorgesehen sein.

[0059] In der Regel sollte es vorteilhaft sein, wenn vier oder fünf Reaktionsabschnitte vorhanden sind.

[0060] Die Gestalt des jeweiligen Verbrennungsraums und des zugehörigen Übergangsabschnitts kann anhand von bekannten Ausführungsformen für Brennkammern und Heißgaskanälen gewählt werden. Zumindest wird in der Regel der jeweilige Querschnitt der einzelnen Abschnitte, d.h. des Verbrennungsraums und des Übergangsabschnitts der jeweiligen Reaktionsabschnitte, dem jeweils am entsprechenden Abschnitt vorhandenen Stofffluss anzupassen sein.

[0061] Diesbezüglich ist es einerseits möglich eine bauliche Trennung des jeweiligen Verbrennungsraums vom zugehörigen Übergangsabschnitt vorzusehen. Beispielsweise kann ein Verbrennungsraum als ein Bauteil in Art einer sogenannten "Rohrbrennkammer" und der Übergangsabschnitt als sich anschließendes Bauteil in Art eines sogenannten "Transition" ausgeführt sein.

[0062] In einer alternativen Umsetzung wird vorteilhaft ein sich über einen Reaktionsabschnitt oder besonders vorteilhaft über zumindest zwei Reaktionsabschnitte erstreckendes Bauteil eingesetzt, womit eine bauliche Trennung in Verbrennungsraum und Übergangsabschnitt entfällt. Insofern stellt der Verbrennungsraum denjenigen Teilabschnitt des Bauteils dar, in dem bestimmungsgemäß die Verbrennung im jeweiligen Reaktionsabschnitt stattfindet. Entsprechend ist der Übergangsabschnitt derjenige Teilbereich des Bauteils, welcher die Verbindung von einem Verbrennungsraum zum folgenden Verbrennungsraum bzw. zu nachfolgenden Einrichtungen darstellt.

[0063] Um eine vorteilhafte Steuerung und Verfahrensführung zu ermöglichen ist in besonders vorteilhafter Weise eine Temperaturbestimmungseinheit vorhanden. Diese ist derart auszuwählen, dass eine Bestimmung einer ersten Verbrennungstemperatur im ersten Verbrennungsraum und eine Bestimmung einer zweiten Verbrennungstemperatur im zweiten Verbrennungsraum und eine Bestimmung einer dritten Verbrennungstemperatur im dritten Verbrennungsraum möglich ist. Sofern zumindest ein weiterer Reaktionsabschnitt vorhanden ist, so ist es vorteilhaft möglich ebenso die Verbrennungstemperatur in dem zumindest einen weiteren Verbrennungsraum zu bestimmen.

[0064] Weiterhin sollte die Temperaturbestimmungs-

einheit in der Lage sein, eine erste Ausgangstemperatur am Ausgang des ersten Übergangsabschnitts und eine zweite Ausgangstemperatur am Ausgang des zweiten Übergangsabschnitts sowie eine dritte Ausgangstemperatur am Ausgang des dritten Übergangsabschnitts bestimmen zu können. Sofern ein oder mehrere weitere Reaktionsabschnitte vorhanden sind, ist es entsprechend vorteilhaft, wenn auch die weiteren jeweiligen Ausgangstemperaturen am Ausgang des jeweiligen Übergangsabschnitts bestimmt werden können.

[0065] Die Bestimmung der Verbrennungstemperatur bzw. der Ausgangstemperatur kann auf unterschiedliche Weise erfolgen. Einerseits ist es denkbar, die Temperaturen mit hinreichender Genauigkeit anhand der gegebenen Eigenschaften der Verbrennungseinrichtung sowie der Daten über die zugeführten Medien, d.h. den Stoffströmen des ersten Reaktionspartners und des zweiten Reaktionspartners und dem Kühlmedium sowie dessen Temperaturen, zu berechnen.

[0066] Weiterhin ist es vorteilhaft möglich, mittel Sensoren die Temperatur beispielsweise an verschiedenen Gehäuseabschnitten zu erfassen, um so die Temperaturen im Inneren der Verbrennungseinrichtung bestimmen zu können. Auch sind weitere Möglichkeiten zur Bestimmung von Verbrennungstemperaturen dem Fachmann hinlänglich bekannt, auf die zurückgegriffen werden kann.

[0067] Durch die Bestimmung der Verbrennungstemperaturen sowie der Ausgangstemperaturen kann eine vorteilhafte gestufte Verbrennung gesteuert werden. Dabei werden bei der Steuerung der Verbrennungseinrichtung vorteilhaft die im jeweiligen Verbrennungsprozess entstehenden Temperaturen auf dasjenige Niveau begrenzt, bei dem ein im Wesentlichen schadensfreier Betrieb der Verbrennungseinrichtung möglich ist. Insofern wird die Verbrennungseinrichtung vorteilhaft dahingehend gesteuert, dass eine jeweilige Maximaltemperatur nicht überschritten wird. Gleichzeitig ist es jedoch von Vorteil, wenn - zumindest bei Nennlast - die Verbrennungstemperatur sich der Maximaltemperatur annähert und somit eine hohe Leistung erzielt werden kann. Beispielsweise kann vorgesehen sein, dass die Verbrennungstemperatur bei der maximalen Leistung der Verbrennungseinrichtung nicht weniger als 100 K, insbesondere nicht weniger als 50 K, unterhalb der Maximaltemperatur liegt.

[0068] Weiterhin kann anhand der Kenntnis über die vorhandenen bzw. entstehenden Temperaturen eine optimale Zufuhr des Kühlmediums erfolgen. Um die jeweils nächste Verbrennung im optimalen Umfang zu ermöglichen, wird hierzu die gerade notwendige Menge an Kühlmedium zugeführt, so dass sich am Ausgang des jeweiligen Reaktionsabschnitts eine optimale Ausgangstemperatur ergibt.

[0069] Dabei sollte die Ausgangstemperatur hoch genug sein, um eine Selbstzündung im nachfolgenden Verbrennungsprozess zu ermöglichen.

[0070] Weiterhin ist es vorteilhaft die Kühlmenge der-

art zu regeln, dass bei maximaler Leistung der Verbrennungseinrichtung für den nachfolgenden Verbrennungsprozess eine möglichst hohe Temperaturspanne zwischen der Ausgangstemperatur und der Maximaltemperatur vorhanden ist.

[0071] Bei Teillast ist es hingegen vorteilhaft, wenn die Menge an Kühlmedium zugeführt wird, bei der im folgenden Verbrennungsprozess die Maximaltemperatur nicht überschritten wird.

[0072] Beispielsweise kann eine Maximaltemperatur von 1800°C für den Verbrennungsprozess und eine Solltemperatur von 1000°C für die gewünschte Temperatur am Ausgang des jeweiligen ersten bis vorletzten Übergangsabschnitts gewählt werden. Im jeweiligen Verbrennungsprozess wird der zweite Reaktionspartner in der Menge zugeführt, sodass durch die Verbrennung annähernd die Maximaltemperatur erreicht wird. Nach der Verbrennung wird diejenige Menge an Kühlmedium zugeführt, dass nach Möglichkeit eine Absenkung der Ausgangstemperatur auf die Solltemperatur erreicht wird.

[0073] Wenngleich als Kühlmedium kalter Dampf eingesetzt werden kann, ist es für das Verfahren von Vorteil, wenn flüssiges Wasser verwendet wird. Durch die Verwendung von flüssigem Wasser wird ein weiterer Kühleffekt aufgrund der Verdampfungsenthalpie erzielt.

[0074] Weiterer besonderer Vorteil der Verwendung von flüssigem Wasser als Kühlmedium ist die größere Bildung von Dampf, während bei Verwendung von kaltem Dampf als Kühlmedium dieser bereits mit einer - für andere Zwecke zu geringen - niedrigen Temperatur zur Verfügung stehen muss.

[0075] In der nachfolgenden Skizze ist eine Verbrennungseinrichtung 01 beispielhaft, schematisch dargestellt. In diesem Ausführungsbeispiel weist die Verbrennungseinrichtung 01 fünf Reaktionsabschnitte 11, 21, 31, 41 und 51 auf. Dabei besitzt jeder der Reaktionsabschnitte 11, 21, 31, 41 und 51 einen jeweiligen Verbrennungsraum 12, 22, 32, 42 und 52, in dem im Betrieb eine Verbrennung von Wasserstoff und Sauerstoff stattfindet. Hierzu besitzt der erste Reaktionsabschnitt 11 auf der stromaufwärtigen Seite des ersten Verbrennungsraums 12 eine erste Einspritzdüse 14, welche 14 mit einer ersten Versorgungseinrichtung 04 verbunden ist. Weiterhin ist eine erste Einspritzöffnung 13 vorhanden, welche 13 mit einer zweiten Versorgungseinrichtung 03 verbunden ist.

[0076] Hierbei kann in einer ersten Verfahrensweise vorgesehen sein, dass von der ersten Versorgungseinrichtung 04 Wasserstoff und von der zweiten Versorgungseinrichtung 03 Sauerstoff zugeführt wird. Alternativ kann in einer zweiten Verfahrensweise eine umgekehrte Auslegung mit der ersten Versorgungseinrichtung 04 zur Zufuhr von Sauerstoff und mit der zweiten Versorgungseinrichtung 03 zur Lieferung von Wasserstoff vorgenommen werden.

[0077] Demgegenüber weisen die nachfolgenden Reaktionsabschnitte 21, 31, 41 und 51 zwar einen Verbrennungsraum 22, 32, 42 und 52 mit jeweils einer entsprechenden Einspritzöffnung 23, 33, 43 und 53 zur weiteren

Zufuhr des zweiten Reaktionspartners auf. In diesem Ausführungsbeispiel ist jedoch keine Einspritzdüse vorgesehen, da der erste Reaktionspartner bereits für alle Verbrennungsvorgänge vollständig über die Einspritzdüse 14 in den ersten Verbrennungsraum 12 eingebracht wird. Dabei sind analog der ersten Einspritzöffnung 13 ebenso alle weiteren Einspritzöffnungen 23, 33, 43 und 53 mit der zweiten Versorgungseinrichtung 03 verbunden.

[0078] Weiterhin zu erkennen ist die Anordnung von Übergangsabschnitten 15, 25, 35, 45 und 55, welche jeweils die Verbindung von einem vorhergehenden Verbrennungsraum 12, 22, 32, 42 und 52 zum nachfolgenden Verbrennungsraum 22, 32, 42 und 52 respektive zu einem nachfolgenden Anlagenteil (nicht dargestellt) bilden.

[0079] Um die Ausgangstemperatur im Eingang eines jeden nachfolgenden Reaktionsabschnitts 21, 31, 41 und 51 und somit im Ausgang eines jeden Übergangsabschnitts 15, 25, 35, 45 und 55 einstellen zu können, ist an diesen 15, 25, 35, 45 und 55 jeweils ein Wassereinfluss 16, 26, 36, 46 und 56 vorhanden. Diese sind mit einer Wasserversorgung 06 verbunden. In diesem Ausführungsbeispiel ist vorgesehen, dass flüssiges Wasser als Kühlmedium verwendet wird. Ebenso kann aber auch kalter Dampf zum Einsatz kommen. Auch kann die Verwendung von flüssigem Wasser an einer oder mehreren Wassereinflüssen und von kaltem Dampf an anderen Wassereinflüssen vorgesehen sein. Naheliegender ist es auch denkbar dem kalten Dampf und flüssiges Wasser vor der Zuführung in den Übergangsabschnitt als Kühlmedium zu mischen.

[0080] Zumindest verdeutlicht dieses Schemabild nochmals den bevorzugten Verbrennungsprozess dahingehend, dass der erste Reaktionspartner in diesem Beispiel in einer für alle Verbrennungen hinreichenden Menge nur und vollständig bereits im ersten Reaktionsabschnitt in den ersten Verbrennungsraum zugeführt wird. Demgegenüber wird der zweite Reaktionspartner sukzessive zugeführt, so dass es mit jeder weiteren Verbrennung in den einzelnen Verbrennungsräumen zu einem schrittweisen Verzehr des ersten Reaktionspartners kommt. Vorteilhaft ist die Menge des ersten Reaktionspartners und die gesamte Menge des zweiten Reaktionspartners derart gewählt, dass in der letzten Verbrennung eine stöchiometrische Verbrennung möglich wird.

Patentansprüche

1. Verbrennungseinrichtung (01) zur Verbrennung der Reaktionspartner Wasserstoff und Sauerstoff umfassend
 - zumindest einen ersten Reaktionsabschnitt (11) und einen sich daran (11) anschließenden zweiten Reaktionsabschnitt (21) und einen sich daran (21) anschließenden dritten Reaktionsab-

- schnitt (31),
- wobei jeder Reaktionsabschnitt (11, 21, 31, 41, 51) einen Verbrennungsraum (12, 22, 32, 42, 52) und einen sich daran (12, 22, 32, 41, 51) anschließenden Übergangsabschnitt (15, 25, 35, 45, 55) aufweist, wobei am stromauf-seitigem Ende des jeweiligen Verbrennungsraums (12, 22, 32, 42, 52) zumindest eine Einspritzöffnung (13, 23, 33, 43, 53) und zumindest am ersten bis vorletzten Reaktionsabschnitt (11, 21, 31, 41) zumindest ein Wassereinlass (16, 26, 36, 46) und zumindest am stromauf-seitigem Ende des ersten Verbrennungsraums (12) zumindest eine Einspritzdüse (14) angeordnet ist, weiterhin umfassend
- eine erste Versorgungseinrichtung (03), mittels derer (03) Wasserstoff oder Sauerstoff als erster Reaktionspartner zu der Einspritzdüse (14) gefördert werden kann; und
 - eine zweite Versorgungseinrichtung (04), mittels derer (04) der zweite Reaktionspartner zu den Einspritzöffnungen (13, 23, 33, 43, 53) gefördert werden kann; und
 - eine Wasserversorgung (06), mittels derer (06) ein Kühlmedium in Form von flüssigem Wasser und/oder kaltem Dampf zu den Wassereinlässen (16, 26, 36, 46) gefördert werden kann.
2. Verbrennungseinrichtung (01) nach Anspruch 1, wobei die zumindest eine Einspritzdüse (14) zur Zufuhr des ersten Reaktionspartners ausschließlich am ersten Verbrennungsraum (12) angeordnet ist.
 3. Verbrennungseinrichtung (01) nach Anspruch 1 oder 2, wobei der jeweilige Wassereinlass (16, 26, 36, 46) am jeweiligen Übergangsabschnitt (15, 25, 35, 45) angeordnet ist.
 4. Verbrennungseinrichtung (01) nach einer der Ansprüche 1 bis 3, weiterhin umfassend
 - einen sich an den dritten Reaktionsabschnitt (31) anschließenden vierten Reaktionsabschnitt (41), insbesondere einen sich daran (41) anschließenden fünften Reaktionsabschnitt (51).
 5. Verbrennungseinrichtung (01) nach einer der Ansprüche 1 bis 4, weiterhin umfassend
 - eine Temperaturbestimmungseinheit, mittels derer eine jeweils im Verbrennungsraum (12, 22, 32, 42, 52) und eine jeweils am Ausgang des Übergangsabschnitts (15, 25, 35, 45, 55) resultierende Ausgangstemperatur, insbeson-
- dere mittels Sensoren und/oder Berechnung, bestimmt werden kann.
6. Energieerzeugungseinrichtung umfassend eine Dampfturbine und einen Dampfkreislauf, bei dem erhitzter Dampf der Dampfturbine zugeführt und abgekühlter Dampf von der Dampfturbine abgeführt werden kann, **gekennzeichnet durch** eine Anordnung einer Verbrennungseinrichtung (01) nach einer der vorhergehenden Ansprüche im Dampfkreislauf.
 7. Verfahren zur Verbrennung der Reaktionspartner Wasserstoff und Sauerstoff in einer Verbrennungseinrichtung (01) oder einer Energieerzeugungseinrichtung nach einer der vorhergehenden Ansprüche:
 - a) Zufuhr sofern erforderlich des ersten Reaktionspartners in den jeweiligen Verbrennungsraum (12, 22, 32, 42, 52), und zugleich
 - b) Zufuhr des zweiten Reaktionspartners in den jeweiligen Verbrennungsraum (12, 22, 32, 42, 52),
 - sodass im ersten bis zum vorletzten Verbrennungsraum (12, 22, 32, 42) zumindest die 1,5-fache der für ein stöchiometrisches Verhältnis notwendigen Menge des ersten Reaktionspartners vorhanden ist,
 - c) Bildung von heißem Dampf durch die Verbrennung von Wasserstoff und Sauerstoff,
 - d) Zuführung des Kühlmediums in zumindest den ersten bis zum vorletzten Reaktionsabschnitt (11, 21, 31, 41),
 - e) Weiterleitung des Dampfes und des verbleibenden Anteils des ersten Reaktionspartners vom ersten bis zum vorletzten Übergangsabschnitt (15, 25, 35, 45) in den jeweils nachfolgenden Verbrennungsraum (22, 32, 42, 52).
 8. Verfahren nach Anspruch 7, wobei der erste Reaktionspartner Wasserstoff und der zweite Reaktionspartner Sauerstoff ist; oder wobei der erste Reaktionspartner Sauerstoff und der zweite Reaktionspartner Wasserstoff ist.
 9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, mit
 - a) Zufuhr sofern erforderlich des ersten Reaktionspartners, sodass im ersten Verbrennungsraum (12) zumindest die 3-fache und im zweiten Verbrennungsraum (22) zumindest die 2-fache der für ein stöchiometrisches Verhältnis notwendigen Menge vorhanden ist.
 10. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, wobei der erste Reaktionspartner ausschließlich in den ersten Verbrennungsraum (12) über die zumin-

dest eine Einspritzdüse eingebracht wird.

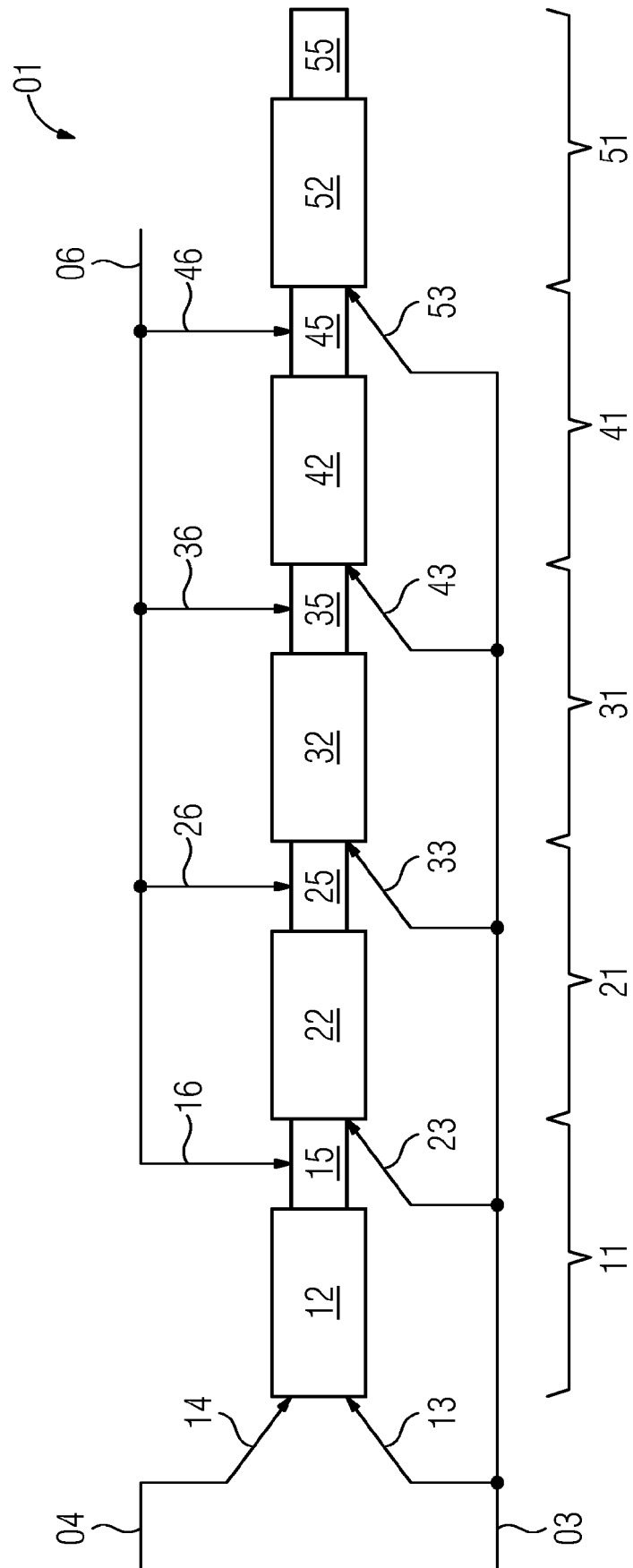
11. Verfahren nach einer der Ansprüche 7 bis 10,
mit
- 5
- a) Zufuhr sofern erforderlich des ersten Reaktionspartners in den letzten Verbrennungsraum (52), und zugleich
- b) Zufuhr des zweiten Reaktionspartners in den letzten Verbrennungsraum (52),
- 10
- sodass im letzten Verbrennungsraum (52) zumindest die 0,9-fache, insbesondere zumindest die 0,95-fache der für ein stöchiometrisches Verhältnis notwendigen Menge des ersten eines Reaktionspartners und/oder des zweiten Reaktionspartners vorhanden ist.
- 15
12. Verfahren nach einer der Ansprüche 7 bis 11, wobei eine jeweils aus dem Schritt c) resultierende Verbrennungstemperatur berechnet und/oder überwacht wird und der jeweilige Anteil des zweiten Reaktionspartners derart bemessen wird, dass eine vorgegebene Maximaltemperatur nicht überschritten wird.
- 20
25
13. Verfahren nach einer der Ansprüche 7 bis 12, wobei im Schritt d) diejenige Menge des Kühlmediums zugeführt wird, welche zu einer Absenkung einer am Ausgang des jeweiligen Übergangsschnitts (15, 25, 35, 45) gebildete Ausgangstemperatur im Wesentlichen auf ein vorgegebene Solltemperatur führt.
- 30
14. Verfahren nach einer der Ansprüche 7 bis 13, wobei das Kühlmedium flüssiges Wasser, insbesondere Reinstwasser, ist.
- 35

40

45

50

55





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
 EP 21 17 1394

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	WO 97/31184 A1 (WESTINGHOUSE ELECTRIC CORP [US]) 28. August 1997 (1997-08-28) * Seite 1, Zeile 2 - Zeile 6; Abbildungen 1,2 * * Seite 3, Zeile 17 - Seite 9, Zeile 7 * * Seite 9, Zeile 17 - Seite 12, Zeile 26 * -----	1-14	INV. F22B1/00 F22G5/12 F23C6/04 F23D14/32
A	JP H07 293207 A (CENTRAL RES INST ELECT) 7. November 1995 (1995-11-07) * das ganze Dokument * -----	1-14	
A	US 4 474 140 A (STERNFELD HANS J [DE] ET AL) 2. Oktober 1984 (1984-10-02) * das ganze Dokument * -----	1,6-8,14	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F22B F22G F23C F23D F01K
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 29. Oktober 2021	Prüfer Hauck, Gunther
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 21 17 1394

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

29-10-2021

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
	WO 9731184	A1	28-08-1997	CA 2247197	A1	28-08-1997
				JP 2001515556	A	18-09-2001
15				KR 19990087240	A	15-12-1999
				WO 9731184	A1	28-08-1997

	JP H07293207	A	07-11-1995	JP 3611596	B2	19-01-2005
				JP H07293207	A	07-11-1995

20	US 4474140	A	02-10-1984	KEINE		

25						
30						
35						
40						
45						
50						
55						

EPO FORM P0461

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 0452839 B1 [0002]
- DE 112018000670T5 [0006]